

## Modifications du comportement du cotonnier en fonction de l'environnement

### 2. Evolution des paramètres de productivité de neuf variétés semées à trois écartements

B. Hau<sup>1</sup> et S. Goebel<sup>2</sup>

1. IDESSA Textiles, BP 604, Bouaké, Côte-d'Ivoire.

2. IRCT, BP 1 Anié-Mono, Togo.

#### RÉSUMÉ

Les paramètres explicatifs de la productivité de 3 variétés semées à 3 densités de plantations différentes sont discutés en fonction des modifications des caractéristiques morphologiques des plants décrites dans un précédent article (HAU et GOEBEL, 1985). Cette étude aboutit à définir des recommandations simples destinées aux sélectionneurs afin de leur permettre de mieux apprécier les qualités d'un génotype :

— la production des branches végétatives étant tributaire de l'environnement, le sélectionneur doit considérer avec prudence un génotype dont une forte partie du potentiel productif est déterminé par ces branches ;

— la part de chacune des branches fructifères dans l'ensemble de leur production apparaît comme constante quel que soit l'écartement. L'observation des axes fructifères, et plus particulièrement des branches les plus basses qui portent l'essentiel de la production des plants, permet donc toujours une bonne appréciation du génotype ;

— le poids moyen capsulaire baisse sensiblement en fonction de la densité.

Dans des parcelles d'observation semées à faibles densités, les sélectionneurs doivent donc éliminer les plants portant de trop petites capsules (la petite taille étant souvent liée à l'augmentation du nombre).

MOTS CLES : cotonnier, génotype, sélection, morphologie, environnement, productivité, espacement

#### INTRODUCTION

Le sélectionneur, qui doit réaliser un choix de plants sur le caractère productivité, ne dispose pas de critères de sélection précis et doit souvent se contenter de la valeur finale du poids de coton-graine, paramètre résultant des influences combinées du génotype et de l'environnement. La tâche est encore plus délicate si, dans les champs d'observation, les plants sont semés à des densités beaucoup plus faibles que celles utilisées en grande culture par les paysans. Or, en sélection généalogique, méthode la plus couramment employée pour l'amélioration du cotonnier, il est pratiquement indispensable d'adopter de grands écartements entre plants afin de récolter sur une souche la quantité suffisante de graines qui permettra le semis sur plusieurs répétitions d'une lignée, l'année suivante.

L'observation des modifications de comportement en fonction de la densité à l'hectare doit aider le sélectionneur à mieux prévoir le comportement des génotypes qu'il observe. Cet article constitue le second volet d'une étude sur les transformations du cotonnier en fonction de l'environnement. Le premier chapitre (HAU et GOEBEL, 1985) traitait des changements des caractéristiques morphologiques en fonction de 3 écartements de plantation sur la ligne. Ce deuxième chapitre étudie les relations existant entre paramètres de productivité et de morphologie du plant. Notre but est d'essayer de déterminer des critères simples permettant au sélectionneur d'éviter les appréciations subjectives et de mieux repérer les génotypes intéressants.

#### MATÉRIEL ET MÉTHODES

Une description détaillée en a été donnée dans la première partie de cette étude (HAU et GOEBEL, 1985). Pour l'évaluation de la productivité, les paramètres suivants ont été mesurés sur 10 plants pris au hasard pour chaque écartement, variété et répétition :

— nombre de capsules saines sur les branches fructifères

et sur les axes sympodiaux des branches végétatives ;

— récolte de coton-graine par plant.

Le poids moyen capsulaire a été estimé en divisant le poids de coton-graine sur le plant par le nombre de capsules saines.

#### RÉSULTATS

##### Récolte de coton-graine

L'analyse de la variance de la récolte de coton-graine met en évidence un effet hautement significatif de l'écartement, sans interaction avec les variétés et les répétitions. Les effets variétés et répétitions sont significatifs à 5 %, mais ces deux paramètres interagissent.

Au tableau 1 ont été reportées les valeurs de la production pour les différents écartements. On note une rapide diminution du poids de coton-graine par plant quand

l'écartement se réduit mais si l'on considère la production à l'hectare en fonction de la densité, les écartements faibles sont en fait plus avantageux.

Les effets variétés et répétitions interagissant, il est difficile de donner un classement significatif des cultivars. L'examen du tableau 2 permet de constater que les variétés : U 332-3 et C 428-3 restent stables quelles que soient les conditions de milieu. Les variétés C 383-1 et T 120-79 améliorent leur production sous l'influence d'un environnement favorable sans trop être affectées lorsque le sol est moins fertile. Pour les variétés C 551-19, IRMA 96-97 et

TABLEAU 1  
Evolution de la récolte de coton-graine en fonction de l'écartement.  
Variation in seed-cotton harvest according to spacing.

Ecartement	Production (g)	Classe de signification 1 %	Densité/ha	Rendement kg/ha
1,20 × 1 m	191,1	a	8 333	1 592
0,40 × 1 m	115,5	b	16 666	1 924
0,20 × 1 m	43,7	c	50 000	2 185

TABLEAU 2  
Interactions variétés × répétitions pour la récolte de coton-graine par plant (g).  
Varieties × replications interactions for seed-cotton harvest per plant (g).

Variété Répétition	U 332-3	C 428-3	C 551-19	T 120-79	B 396-14	C 383-1	IRMA 96-97	B 163	ISA 193-82	Moyenne
1	122,0	113,6	109,9	126,1	144,4 +	159,2 +	118,8	115,6	123,7	125,4
2	124,7	117,3	75,5 -	121,8	87,4 -	106,5	75,7 -	97,6 -	124,1	103,4
3	106,4	117,1	133,8	157,4 +	118,7	133,2	132,1	121,6	103,2 -	124,8
4	118,9	107,8	123,9	124,8	106,7	112,5	109,6	90,5 -	112,3	113,5
Moyenne	118,0	114,7	110,8	132,5	114,3	126,6	109,0	106,4	118,8	Ecart type 14,4

- : interaction négative significative ;

+ : interaction positive significative (P = 0.05).

TABLEAU 3  
Efficacité de production des variétés testées (trois écartements confondus).  
Production efficiency of the varieties tested (three spacings pooled).

	U 332-3	C 428-3	C 551-19	T 120-79	B 396-14	C 383-1	IRMA 96-97	B 163	ISA 193-82
Poids coton-graine (g)	118,0	114,7	110,8	132,5	114,3	126,6	109,0	106,4	118,8
Poids matière végétale (g)	233,5	233,5	209,0	249,7	211,0	249,0	264,0	238,5	212,8
Efficacité production (%)	33,57	32,94	34,65	34,67	35,14	33,71	29,22	26,94	35,84

B 396-14, on remarque une nette réduction en deuxième répétition : sur le schéma parcellaire, il apparaît que ces trois variétés étaient voisines dans un même sous-bloc où les conditions étaient donc défavorables. Les réactions de B 396-14 semblent indiquer une tendance à amplifier les effets du milieu. La variété B 163 enfin se révèle très sensible aux gradients de fertilité parcellaire.

Nous avons repris la notion d'efficacité de production de JOHNSON (1969). Ce paramètre est le pourcentage du poids de coton-graine sur le poids total (matière végétale aérienne + coton-graine) du plant. On remarque l'absence de corrélation entre poids de la végétation et récolte. Certaines variétés (B 163, IRMA 96-97) apparaissent ainsi peu économes en matière végétale (tab. 3).

#### Nombre total de capsules et poids moyen capsulaire

L'analyse du nombre total de capsules permet de dégager des effets significatifs variétés, écartements et répétitions dépourvus d'interactions entre eux. Nous pouvons ainsi présenter les différents facteurs de variation en classes

de signification (tabl. 4). On observe la diminution du nombre de capsules aux faibles écartements, le mauvais comportement de la 2<sup>e</sup> répétition et, parmi les variétés, un groupe composé par les cultivars T 120-79, ISA 193-82 et C 383-1 significativement supérieur aux autres sélections C 428-3 et B 163.

Le paramètre nombre total de capsules ne doit pas être dissocié du poids moyen capsulaire. L'analyse de ce dernier caractère met en évidence un effet variété et un effet écartement significatifs sans interactions entre eux ni avec l'effet répétition, lui-même non significatif. L'ordre des variétés, dans ce cas, permet de comprendre les différences existant entre les classements selon la production et selon le nombre de capsules. Ainsi, les variétés U 332-3 et C 428-3, mal placées en nombre de capsules, présentent un poids capsulaire élevé, ce qui améliore leur production finale. Dans le même groupe de signification, on trouve C 383-1, B 163 et T 120-79. Les variétés C 551-19, IRMA 96-97, B 396-14 et ISA 193-82 sont significativement inférieures à C 428-3. Cette étude met également en évidence une importante chute du poids moyen capsulaire aux fortes densités de plantation (tabl. 5).

TABLEAU 4  
Nombre total de capsules par plant.  
Total boll number per plant.

Ecartement	Moyenne	Classement (1 %)	Capsules/ha
1,20 × 1 m	34,4	a	286 667
0,60 × 1 m	24,0	b	400 000
0,20 × 1 m	11,6	c	580 000

  

Variété	Moyenne	Classement (1 %)
T 120-79	26,3	a
ISA 193-82	25,1	ab
C 383-1	24,8	ab
B 396-14	23,9	abc
C 551-19	22,9	bc
IRMA 96-97	22,4	bc
U 332-3	22,1	bc
C 428-3	21,5	c
B 163	20,9	c

  

Répétition	Moyenne	Classement (5 %)
3	24,6	a
1	24,3	a
4	23,2	a
2	21,1	

#### Capsules des branches fructifères

L'analyse du nombre de capsules sur les branches fructifères met en évidence des effets variétés et écartements hautement significatifs mais qui interagissent. L'effet répétition et les interactions avec lui ne sont pas significatifs. Le classement des variétés, tous écartements confondus, montre que les meilleurs génotypes (C 383-1, ISA 193-82 et T 120-79) sont ceux qui amplifient l'effet favorable des grands écartements (tabl. 6).

Le but de la sélection étant le choix de variétés adaptées aux fortes densités, il faut donc considérer avec prudence le classement des variétés aux grands écartements. Le tableau 7 reporte l'analyse de variance des 9 variétés (selon le schéma d'interprétation du lattice 3 × 3) aux trois écartements. Il apparaît que les différences que l'on peut enregistrer à 1,20 × 1 m et 0,60 × 1 m ne sont plus significatives à 0,20 × 1 m. Ainsi, la variabilité des cultivars est atténuée aux faibles écartements.

Au tableau 8, nous reportons l'évolution du nombre de capsules par branche pour chaque écartement. Pour ce

TABLEAU 5  
Poids moyen capsulaire (g).  
Mean boll weight (g).

Ecartement	Moyenne	Classement (1 %)
1,20 × 1 m	3,54	a
0,60 × 1 m	4,80	b
0,20 × 1 m	3,78	c

  

Variété	Moyenne	Classement (5 %)
C 428-3	5,11	a
U 332-3	4,90	ab
C 383-1	4,86	ab
B 163	4,86	ab
T 120-79	4,72	ab
C 551-19	4,50	b
IRMA 96-97	4,50	b
B 396-14	4,48	b
ISA 193-82	4,45	b

paramètre, les effets principaux interagissent peu entre eux (4 interactions significatives à 5 %). On remarque que le nombre moyen de capsules est sensiblement stable sur les quatre premières branches et diminue régulièrement de la 5<sup>e</sup> à la dernière. Ce résultat nous indique que les branches les plus basses assurent l'essentiel de la production.

Lorsqu'il n'y a pas d'interaction entre variétés et écartements (cas de toutes les branches sauf la 3<sup>e</sup> et la 5<sup>e</sup>) ou entre variétés et répétitions (seules les 1<sup>re</sup> et 4<sup>e</sup> branches interagissent pour ces deux facteurs), il nous est permis de regrouper les variétés en classes de signification. Pour simplifier, nous présenterons seulement les 2<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> branches (tabl. 9). On découvre alors que les variétés qui ont le plus de capsules à la base sont aussi celles qui ont le plus de hautes branches (ISA 193, T 120-79, C 383-1). Le résultat de C 383-1 qui continue à avoir une production plus importante que les autres variétés sur la 10<sup>e</sup> branche est à rapprocher de celui des longueurs de branches. En effet, nous avons vu dans notre publication précédente (HAU et GOEBEL, 1985) que cette lignée maintenait en haut du plant des branches fructifères plus longues que les autres.

TABLEAU 6  
Interactions variétés écartements pour le nombre de capsules sur branches fructifères.  
Varieties × spacings interactions for the boll number on fruiting branches.

Variété Ecartement	U 332-3	C 428-3	C 551-19	T 120-79	B 396-14	C 383-1	IRMA 96-97	B 163	ISA 193-82	Moyenne
1,20 × 1 m	25,9	21,6	25,7	28,0 +	25,2	27,5 +	24,4	18,1	27,9 +	24,9
0,60 × 1 m	18,7	17,6	19,2	19,3	19,4	23,2 +	17,7	14,6	20,6	18,9
0,20 × 1 m	10,4	10,2	10,8	12,3	11,9	11,4	11,0	9,5	12,0	11,1
Moyenne	18,3	16,5	18,5	19,9	18,8	20,7	17,7	14,1	20,2	Ecart type 1,43

- : interaction négative significative ;  
+ : interaction positive significative.

Le lecteur pourra noter, s'il effectue le cumul par écartement des pourcentages de production réalisés par chaque

TABLEAU 10

Evolution de la contribution de chaque branche fructifère  
à la production totale des branches fructifères.

Variation of the contribution of each fruiting branch to the total production of fruiting branches.

N° de BF	Niveau de signification de l'effet écartement	Proportion de capsules des branches fructifères par rapport au total des capsules (%)		
1	NS	12,07	12,19	12,24
2	NS	12,46	12,54	12,63
3	NS	12,06	12,74	12,99
4	NS	11,33	11,48	11,99
5	NS	10,25	10,34	10,43
6	NS	9,48	9,53	9,94
7	5 %	9,28 b	9,34 ab	9,08 a
8	NS	7,04	7,10	7,37
9	1 %	5,75 b	5,78 b	6,91 a
10	NS	4,28	4,53	4,60
11	NS	2,99	2,86	2,48
12	1 %	0,90 b	1,52 a	1,57 a
13	5 %	0,39 b	0,78 a	0,83 a

branche, que le total ainsi obtenu est inférieur à 100 dans le cas de l'écartement  $1,20 \times 1$  m. et légèrement supérieur dans le cas de l'écartement  $0,20 \times 1$  m. Cela est dû au fait qu'aux grands écartements, le nombre de branches est souvent supérieur aux 13 présentées ici et qu'il reste donc une partie de la production non recensée. Inversement, aux faibles écartements, le nombre de branches est souvent inférieur à 13 et les chiffres présentés pour les dernières branches sont ceux de la moyenne des quelques variétés où elles peuvent se développer.

Au tableau 11, nous analysons la part du nombre de capsules des branches fructifères sur le nombre total de capsules du plant. L'analyse de variance dégage des effets significatifs à 1 % pour variétés et écartements, l'effet répétition n'étant pas significatif et aucune interaction n'étant mise en évidence. Aux faibles écartements, ce sont les branches fructifères qui assurent la presque totalité de la production (95,3 %), alors qu'à faible densité, elles donnent moins des 3/4 des capsules produites (72,5 %). Parmi les variétés, on note un groupe dont la part de la production due aux branches fructifères est supérieure à 84 % (C 383-1, U 332-3, C 551-19, ISA 193-82). Le type B 163 est significativement différent des autres, une part importante de sa production étant due aux branches végétatives (28 %, tous écartements confondus).

#### Capsules des branches végétatives

Les calculs ont été réalisés sur les deux premières branches végétatives, la troisième étant souvent absente aux écartements faibles. L'analyse de variance du nombre de capsules sur branches végétatives fait apparaître des effets écartements et variétés significatifs et qui interagissent.

TABLEAU 11

Evolution du pourcentage du nombre de capsules  
sur branches fructifères par rapport au nombre total de capsules.  
Variation in the percentage of boll number on fruiting branches  
as compared with total boll number.

Ecartement	Moyenne (%)	Classement (1 %)
$0,20 \times 1$ m	95,29	a
$0,60 \times 1$ m	78,96	b
$1,20 \times 1$ m	72,45	c

  

Variété	Moyenne (%)	Classement (1 %)
C 383-1	87,15	a
U 332-3	85,70	ab
C 551-19	84,71	ab
ISA 193-82	84,07	abc
IRMA 96-97	82,82	abc
B 396-14	82,75	abc
C 428-3	81,51	bc
T 120-79	79,35	c
B 163	72,05	d

L'effet répétition n'est pas significatif et n'interagit pas sur les deux autres facteurs principaux de variation. L'analyse des interactions (tabl. 12) montre que les variétés T 120-79, C 551-19, C 383-1, ISA 193 et B 396-14 ont tendance à mieux tirer profit que les autres de l'espace offert aux forts écartements. Pour trois variétés (C 383-1, ISA 193-82 et T 120-79), ce résultat est le même que celui qui avait été obtenu sur les branches fructifères.

TABLEAU 12

Interactions variétés  $\times$  écartements pour le nombre de capsules des branches végétatives.  
Varieties  $\times$  spacings interactions for the boll number of vegetative branches.

	U 332-3	C 428-3	C 551-19	T 120-79	B 396-14	C 383-1	IRMA 96-97	B 163	ISA 193-82	Moyenne
1 <sup>re</sup> branche végétative										
$1,20 \times 1$ m	2,0	1,1	2,2	3,5 +	2,6	3,5 +	1,8	1,6	3,5 +	2,40
$0,60 \times 1$ m	1,1	0,9	0,7	1,7	2,0 +	1,4	1,2	0,9	1,1	1,23
$0,20 \times 1$ m	0,5	0,1	0,1	0,4	0,2	0,5	0,1	1,3	0,3	0,13
Moyenne	1,06	0,7	1,0	1,85	1,58	1,65	1,02	0,9	1,55	Ecart type 0,4
2 <sup>e</sup> branche végétative										
$1,20 \times 1$ m	3,5	2,8	4,9 +	4,9 +	5,1 +	4,5	3,5	3,9	4,2	4,14
$0,60 \times 1$ m	2,4	1,9	2,5	3,7 +	2,9	2,7	2,6	2,0	2,9	2,63
$0,20 \times 1$ m	0,4	0,1	0,7	0,7	0,7	0,2	0,2	0,8	0,3 +	0,48
Moyenne	2,1	1,60	2,69	3,11	2,95	2,48	2,11	2,27	2,48	Ecart type 0,4

- : interaction négative significative ;  
+ : interaction positive significative.



## DISCUSSION

Comme pour la description des caractères morphologiques (HAU et GOEBEL, 1985), nous sommes appelés à émettre la même restriction quant à la généralisation de nos résultats. Les conditions pluviométriques très particulières qui ont été enregistrées l'année de la mise en place de cet essai ont certainement eu pour conséquence de réduire le développement et la production de l'ensemble des génotypes. Mais, même si le potentiel productif maximum de nos variétés n'a pas été atteint, notre étude permet de mettre en évidence des effets significatifs à la fois sur les génotypes, les écartements et le milieu. Une discussion des effets de l'environnement sur la morphologie des variétés est donc possible, même si le comportement de nos variétés mérite d'être confirmé dans des conditions climatiques plus proches de la normale.

Ainsi, nous pouvons noter que la production en coton-graine par plante décroît lorsque la densité augmente. Plus précisément, ce phénomène est dû à une diminution simultanée du nombre de capsules et du poids moyen capsulaire. Ce résultat est tout à fait conforme aux données recueillies dans des études similaires (JOHNSON, 1969 ; ANASTASSIOU-LEFKOPOULOU ET SOTIRIADIS, 1984).

La chute du nombre de capsules affecte davantage les branches végétatives que les branches fructifères. Nous avons déjà vu que le développement des branches végétatives était plus réduit aux fortes densités (HAU et GOEBEL, 1985). En moyenne, elles n'assurent plus que 9,83 % du nombre de capsules présent aux grands écartements.

Proportionnellement, la production de capsules des branches fructifères est moins réduite puisque l'on trouve encore aux faibles densités 44,58 % des capsules sur les branches fructifères des plants semés à  $1,20 \times 1$  m. Trois phénomènes sont remarquables et de grande importance pour le sélectionneur :

- la réduction de la production sur les branches fructifères touche de façon équitable toutes les branches, ou en d'autres termes, la contribution de chaque branche fructifère à la production totale des branches fructifères reste stable aux trois écartements ;

- les branches les plus basses assurent la majorité de la production : dans les conditions de notre essai, les quatre premières branches permettent d'obtenir la moitié de la production et les 80 % sont atteints dès la 7<sup>e</sup> branche. Cette règle apparaît générale dans notre matériel et valable même pour les variétés qui parviennent encore à produire plus que les autres aux étages élevés (C 383-1) ;

- enfin, les corrélations entre le nombre de capsules à  $1,20 \times 1$  m et  $0,60 \times 1$  m par rapport à  $0,20 \times 1$  m sont significatives (respectivement  $r = 0,6083$  et  $r = 0,4082$ ), c'est-à-dire que les variétés les plus riches en capsules aux grands écartements sont bien celles qui auront le plus de

capsules aux faibles écartements, même si certaines variétés (T 120-79, C 383-1, ISA 193-82) ont tendance à amplifier plus que les autres l'effet favorable des faibles densités.

Toutes ces observations nous amènent à proposer des recommandations pratiques pour le sélectionneur qui doit faire un choix dans une pépinière de souche installée avec une faible densité de plants à l'hectare.

- Pour juger d'un génotype, il faut faire abstraction de la production des branches végétatives. Ainsi, le sélectionneur ne devra pas se laisser abuser par la productivité exceptionnelle d'une souche semée à faible écartement, si celle-ci a été assurée par une abondante capsulaison des branches végétatives. Par contre, un plant apparemment moins productif mais dont la récolte vient essentiellement des branches fructifères n'entraînera pas de déception aux écartements serrés. Si l'on en juge par notre matériel, d'importantes branches végétatives ont un effet nocif sur l'efficacité de la fructification. En effet, aux fortes densités, les branches végétatives subissent une baisse de leur nombre et de leur longueur, proportionnellement moins importante que la chute de leur production. Un génotype à grosses branches végétatives à  $1,20 \times 1$  m aura donc tendance à développer de la matière végétale qui n'aura aucune utilité pour la production. Le phénomène se note avec la variété B 163.

- La récolte des premières branches fructifères suffit pour avoir une idée de la production d'un plant. Les génotypes portant le plus de capsules aux faibles densités étant les mêmes que ceux qui sont supérieurs aux fortes densités, l'évaluation du potentiel productif d'une souche peut s'estimer en pépinière de sélection par observation du nombre de capsules des branches fructifères les plus basses. Les génotypes possédant de longues branches (U 332-3, C 383-1) ont à ce titre un avantage morphologique certain.

- Le poids moyen capsulaire doit être suffisamment élevé lorsque l'on opère un choix à faible densité de plantation, car ce paramètre baisse dès que les plants sont plus serrés. Le poids capsulaire étant lié au seed index (poids de 100 graines), c'est-à-dire à la grosseur des graines, cette recommandation est importante, car des graines trop petites peuvent rendre le produit final inutilisable si elles se retrouvent dans la fibre après l'égrenage. Cet aspect ne doit pas être perdu de vue dans la sélection des génotypes possédant des capsules plus nombreuses que les autres, le nombre de capsules étant négativement corrélé à leur taille.

Un dernier aspect de nos résultats, concernant le problème particulier de la chute des capsules n'a pas été abordé ici. Il fera l'objet d'une analyse dans le troisième volet de notre étude.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ANASTASSIOU-LEFKOPOULOU, S. ; SOTIRIADIS, S.E., 1984. — Influence de la densité et de l'espacement des plants sur le cotonnier. I. Relations caractères des plants/densité et stabilité de la production. *Cot. Fib. trop.*, 39, 2, 15-24.
2. HAU, B. ; GOEBEL, S., 1985. — Etude des caractéristiques morphologiques du cotonnier en fonction de la productivité. I. Evolution de l'architecture de neuf variétés à trois écartements. *Cot. Fib. trop.*, 41, 3, 165-176.
3. HERNANDEZ JASSO, A. ; NILLES, G.A., 1982. — Intergenotypic competition in cotton. *Proc. Belt. Cot. Prod. Res. Conf.*, 85-86.
4. JOHNSON, R.E., 1969. — Spacing effects on growth of cotton. *Proc. Belt. Cot. Prod. Res. Conf.*, 105-108.

## Modifications in the behaviour of cotton according to the environment

### 2. Variations in the productivity parameters of nine varieties planted with three in-the-row spacings

B. Hau and S. Goebel

#### SUMMARY

The explicative parameters of the productivity of nine varieties planted with three in-the-row spacings are discussed according to modifications in the morphological characteristics of the plants described in a previous article (HAU and GOEBEL, 1985). This study leads to the definition of simple recommendations for breeders so that they can get a better estimate of the qualities of a genotype :

— as the production of the vegetative branches depends on the environment, breeders must be very cautious with a genotype when its productive potential is mainly determined by these branches ;

— the share of each fruiting branch in the whole of their production seems to be constant whatever the spacing is. Therefore, observing the fruiting axes, and more particularly the lowest branches which carry the main part of plant production, always allows a good estimate of the genotype ;

— mean boll weight substantially decreases according to sowing density. In observation plots sowed with low densities, breeders therefore should remove the plants with excessively small bolls (small boll size being often connected with increased boll number).

KEY WORDS : cotton, genotype, breeding, morphology, environment, productivity, spacing.

#### INTRODUCTION

The breeder, who must choose plants according to productivity, does not have any accurate criterion and must often use the final value of cotton-seed weight, this parameter resulting from the combined effects of genotype and environment. Things become more difficult if the sowing densities used in the observation fields are far lower than those actually used by the farmers. In genealogical breeding, which is the most currently used technique in cotton improvement, it is almost indispensable to adopt wide spacings between the plants in order to collect on one strain the sufficient amount of seeds allowing a line to be sowed on several replications the following year.

Observing the modifications in behaviour according to density per hectare should help the breeder determine a better prediction of the behaviour of the genotypes he observes. This paper is the second part of a study on the modifications in cotton behaviour according to the environment. The first chapter (HAU and GOEBEL, 1985) dealt with the changes in morphological characteristics according to three in-the-row spacings. This second chapter studies the relations existing between the parameters of plant productivity and morphology. Our aim is to determine simple criteria allowing breeders to avoid subjective estimates and detect interesting genotypes better.

#### MATERIALS AND METHODS

A detailed description was given in the first part of this study (HAU and GOEBEL, 1985). In order to estimate productivity, the following parameters were measured on ten plants taken at random for each spacing, variety and replication :

- number of sound bolls on fruiting branches and on sympodial axes of vegetative branches ;
- seed-cotton harvest per plant.

Mean boll weight was estimated by dividing the weight of cotton-seed on the plant by the number of sound bolls.

#### RESULTS

##### Seed-cotton harvest

The analysis of the variance of seed-cotton harvest shows the highly significant effect of spacing, without interaction with varieties and replications. The variety and replication effects are significant at 5 % but these parameters interact.

Table 1 shows the values of production for the different spacings. A quick reduction in cotton-seed weight per plant when spacing decreases can be noted but when production/ha according to density is observed, small spacings are in fact more profitable.

Owing to the interaction between variety and replication effects, it is difficult to give a significant classification of cultivars. Table 2 shows that U 332-3 and C 428-3 remain stable whatever the environmental conditions. C 383-1 and

T 120-79 improve their production with a favourable environment without being too affected by less fertile soils. C 551-19, IRMA 96-97 and B 396-14 show a marked reduction in the second replication : on the plot sketch, it seems that these varieties were close in a same sub-block where conditions therefore were unfavourable. The responses of B 396-14 seems to indicate a tendency to amplify the effects of the environment. Ultimately, B 163 seems very susceptible to the gradients of plot fertility.

We took up again the notion of production efficiency of JOHNSON (1969). This parameter is the percentage of seed-cotton weight as compared with total plant weight (aerial plant matter + seed-cotton). The absence of correlation between vegetation weight and harvest should be noted. Some varieties (B 163, IRMA 96-97) seem to produce a lot of plant matter (Table 3).

### Total boll number and mean boll weight

The analysis of the total boll number allows to draw significant variety, spacing and replication effects, without interaction between them. We can thus present the factors of variation in classes of significance (Table 4). We can observe the decrease in boll number with small spacings, the poor behaviour of the second replication and, a group of varieties, T 120-79, ISA 193-82 and C 383-1 significantly higher than C 428-3 and B 163.

Total boll number should not be dissociated from mean boll weight. The analysis of this character shows significant variety and spacing effects without interaction between them nor with the replication effect, which itself is not significant. The variety order in this case, allows to understand the differences existing between the classifications by production and by boll number. For instance, U 332-3 and C 428-3, the boll number of which is relatively low, have a high boll weight, improving their final production. C 383-1, B 163 and T 120-79 are in the same group of significance. C 551-19, IRMA 96-97, B 396-14 and ISA 193-82 are significantly lower than C 428-3. This study also shows a sharp decrease in mean boll weight with high sowing densities (Table 5).

### Bolls on fruiting branches

The analysis of the number of fruiting branches shows highly significant variety and spacing effects which interact. The replication effect and the interactions with it are not significant. The classification of varieties, all spacings pooled, shows that the best genotypes (C 383-1, ISA 193-82 and T 120-79) are those which develop the favourable effect of wide spacings (Table 6).

As breeding aims at choosing varieties adapted to high densities, the classification of varieties with wide spacings should therefore be considered carefully. Table 7 shows the analysis of variance of nine varieties (according to the  $3 \times 3$  lattice interpretation diagram) with the three spacings. It seems that the differences appearing at  $1.20 \times 1$  m and  $0.60 \times 1$  m are not significant any more at  $0.20 \times 1$  m. So, variability in cultivars is decreased at small spacings.

Table 8 shows the change in boll number per branch for each spacing. For this parameter, main effects interact little between them (four significant interactions at 5 %). It is worth noting that mean boll number remains relatively stable on the first four branches and decreases regularly from the 5th to the last. This indicates that the lowest branches give the main part of production.

When there is no interaction between varieties and spacings (i.e. all the branches except the 3rd and the 5th) or between varieties and replications (only the 1st and 4th branches interact for these two factors), varieties can be grouped into classes of significance. As to simplify, we shall only present the 2nd, 6th, 8th and 10th branches (Table 9). It can be observed then that the varieties with the highest boll number on the lowest branches are also those with the highest boll number on the highest branches (ISA 193, T 120-79, C 383-1). The result of C 383-1 whose production on the 10th branch is still larger than the other varieties should be related to that of branch lengths. We

saw in our previous article (HAU and GOEBEL, 1985) that the fruiting branches maintained at the top of the plant by this line were longer than the others.

Table 10 shows the change in the contribution of each branch to total production of fruiting branches with the three spacings. This criterion was estimated by calculating the percentage of bolls per branch as compared to the total number of fruiting bolls. Two observations can be made :

- the three quarters of production are due to the first six fruiting branches, whatever the spacing (as the bolls at the foot of the plant are generally bigger than the last bolls, the part of production of the first six branches is in fact higher than that shown by this calculation) ;
- the contribution of each branch to total production seems to be a constant characteristic independent of sowing density.

The analysis of variance only shows four significant effects for varieties on the 1st, 4th, 12th and 13th branches (the two last-mentioned having in fact an insignificant production). Spacing effect is noticeable only at levels 7, 9, 12 and 13 (these four branches concerning only 15 % of total production). As for replication effect, it is significant for levels 1, 2, 11 and 12 only.

Readers can observe, when pooling per spacing the percentages of production given by each branch, that the total obtained is under 100 with the  $1.20 \times 1$  m spacing and slightly above with the  $0.20 \times 1$  m spacing. This is due to the fact that the number of branches with wide spacings is often higher than 13, as presented here, and that a part of production therefore is disregarded. Conversely, the number of branches with small spacings is often under 13 and the figures presented for the last branches are those of the average of the few varieties where they can develop.

In Table 11, the boll number of fruiting branches as compared with total boll number is analysed. The analysis of variance shows significant effects at 1 % for varieties and spacings, being the replication effect insignificant and no interaction being pointed out. At small spacings, fruiting branches give almost all the production (95.3 %), whereas at wide spacings, they give less than 3-4 of the bolls produced (72.5 %). There is one group among the varieties whose part of production due to the fruiting branches is higher than 84 % (C 383-1, U 332-3, C 551-19, ISA 193-82). B 163 is significantly different from the others since a large part of its production is due to the vegetative branches (28 %, all spacings pooled).

### Bolls of vegetative branches

The calculations were made on the two first vegetative branches, as the third one is often absent at small spacings. The analysis of variance of the boll number on vegetative branches shows that significant spacing and variety effects exist and interact. Replication effect is not significant and does not interact on the two other main factors of variation. The analysis of interactions (Table 12) shows that T 120-79, C 551-19, C 383-1, ISA 193 and B 396-14 tend to benefit more from the space offered by low densities. For three varieties (C 383-1, ISA 193-82 and T 120-79), this result is the same as that obtained on fruiting branches.

## DISCUSSION

As for the description of morphological characters (HAU and GOEBEL, 1985), we are led to put forward the same restriction regarding the generalization of our results. The pluviometric conditions prevailing the year the test was conducted have certainly resulted in reducing the development and production of all the genotypes. But, even if the maximum productive potential of our varieties was not reached, our study shows the existence of significant

effects on genotypes, spacings and environment. A discussion on the effects of the environment on the morphology of the varieties is therefore possible, even if the behaviour of our varieties deserves to be confirmed in climatic conditions closer to the average.

We can observe that seed-cotton production per plant decreases when density increases. More precisely, this phenomenon is due to a simultaneous reduction in boll num-



ber and mean weight. This result is totally consistent with the data collected in similar studies (JOHNSON, 1969; ANASTASSIOU-LEFKOPOULOU and SOTIRIADIS, 1984).

Vegetative branches are more affected than fruiting branches by this decrease in boll number. We have seen before that the development of vegetative branches was more reduced with high densities (HAU and GOEBEL, 1985). On average, they only give 9.83 % of the boll number present at wide spacings.

The boll production of fruiting branches is proportionally less reduced since, with low densities, 44.58 % of the bolls on the fruiting branches of the plants sowed at  $1.20 \times 1$  m are still present. Three phenomena are remarkable and of major importance to breeders :

- the reduction in production on fruiting branches affects all the branches equitably ; in other words, the contribution of each fruiting branch to their total production remains stable with the three spacings ;

- the lowest branches give the most part of production : under the conditions of our test, the first four branches give 50 % of production, 80 % being achieved as from the 7th branch. This rule seems general in our material and valid even for the varieties which still succeed in producing more than the others at high levels (C 383-1).

Ultimately, the correlations between boll number at  $1.20 \times 1$  m and  $0.60 \times 1$  m as compared with  $0.20 \times 1$  m are significant ( $r = 0.6983$  and  $r = 0.4082$  respectively), i.e. the varieties with the greatest boll number at wide spacings are those which will have the most bolls at small spacings even if some varieties (T 120-79, C 383-1, ISA 193-82) tend to develop more than the others the favourable effect of low densities.

All these observations lead us to propose practical recommendations for breeders who must choose in a strain nursery with a low density of plants per hectare.

- To estimate a genotype, the production of vegetative branches has to be left aside. The breeder must not be misled by the exceptional productivity of a strain planted with small spacings if it was given by the bolls of vegetative branches. On the other hand, a plant whose production is apparently smaller but mainly obtained from fruiting branches, will not be disappointing with small spacings. Judging by our material, important vegetative branches have an adverse effect on fruiting efficiency. At high densities, the vegetative branches are affected by a decrease in number and length, which is proportionally smaller than the reduction in their production. A genotype with big vegetative branches at  $1.20 \times 1$  m will therefore tend to develop plant matter which will be of no use for production. This phenomenon is observed with B 163.

- The harvest of the first fruiting branches is enough to get some idea of the production of a plant. As the genotypes with the most bolls at low densities are also those which are superior at high densities, the productive potential of a strain can be estimated in the breeding nursery by observing the boll number of the lowest fruiting branches. The genotypes with long branches (U 312-3, C 383-1) have on this account an indisputable morphological advantage.

- Mean boll weight has to be high enough when a choice at low planting density is carried out since this parameter decreases when density increases. As boll weight is linked to seed index (weight of 100 seeds), i.e. to boll size, this recommendation is important since too small seeds can make the final product unusable if they are present in the fiber after ginning. This aspect should not be neglected when selecting genotypes with a higher boll number being the latter negatively correlated with boll size.

A last aspect of our results concerning boll shedding has not been discussed here and will be dealt with in the third part of our study.

## RESUMEN

Los parámetros explicativos de la productividad de nueve variedades sembradas con tres densidades de plantación diferentes están discutidos según las modificaciones de las características morfológicas de las plantas descritas en un artículo precedente (Hau y Goebel, 1985). Este estudio conduce a definir recomendaciones simples destinadas a los seleccionadores para que puedan apreciar mejor las cualidades de un genotipo.

- dado que la producción de las ramas vegetativas depende del medio ambiente, el seleccionador tiene que considerar con prudencia un genotipo cuyo potencial productivo es en gran parte determinado por estas ramas ;

- la parte de cada rama fructífera en la totalidad de su producción parece ser constante, cualquiera sea el espacio. La observación de los ejes fructíferos — más particularmente de las ramas las más bajas que llevan la mayor parte de la producción de las plantas — siempre permite una buena apreciación del genotipo ;

- el peso medio capsular baja sensiblemente en función de la densidad. En parcelas de conservación sembradas con densidades bajas, los seleccionadores tienen que eliminar las plantas llevando capsulas demasiado pequeñas (siendo el pequeño tamaño frecuentemente asociado con el aumento del número).